

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-319365

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/135
G11B 5/02
G11B 5/31
G11B 5/60
G11B 7/125
G11B 7/22
G11B 11/10
G11B 11/105

(21)Application number : 2000-136905

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 10.05.2000

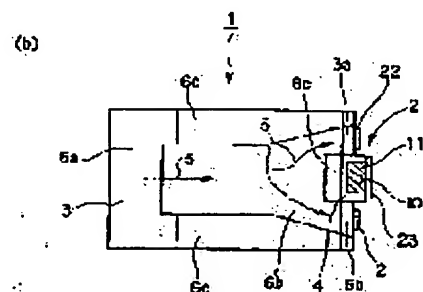
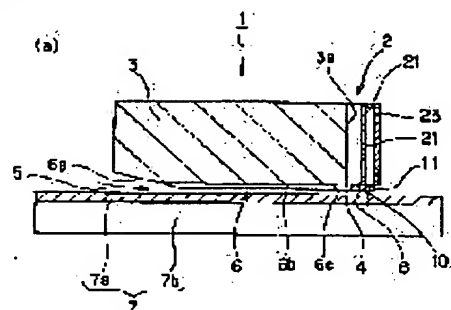
(72)Inventor : KAMIYANAGI KIICHI
OZAWA TAKASHI

(54) FLOATING RECODING HEAD, DISK DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING THE HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a floating recording head which ensures high mass productivity, can be precisely produced in a miniaturized shape and attains high recording and transfer rates at a low cost and to provide a disk device and a method for producing the head.

SOLUTION: A semiconductor crystal is grown on the rear end face 3a of a substrate 3 of a single crystal of sapphire or the like to form a semiconductor laser oscillation part 2 and a slider face 6 comprising an inclined plane 6a, a depression 6b and protrusions 6c is formed on the light-emitting face 4 of the laser oscillation part 2 and the undersurface of the substrate 3 to produce the objective floating recording head 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Japanese Publication of Unexamined Patent Application

No. 2001/319365 (Tokukai 2001-319365)

A. Relevance of the Above-Identified Document

This document has relevance to all the claims of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[DETAILED DESCRIPTIONS OF THE PRESENT INVENTION]

[0038]

...

As illustrated in Figure 10(a), a floating recording head in accordance with the present embodiment includes a semiconductor laser oscillating section 2 provided with a shielding member 11 having an opening 10 integrated on a rear side face 3a of a substrate 3 made of an electrically conductive CaN, and further includes a thin film magnetic transducer 50 integrated in the semiconductor laser oscillating section 2 wherein a slider surface 6 is formed on its bottom surface. With this structure, the floating recording head can scan on a recording medium 7a of an optical disk 7 by making a laser beam closer to a magnetic gap, thereby permitting an optically assisted magnetic recording onto a magnetic recording film or an optical magnetic recording film.

[0039]

...

[0040]

Figure 11(a) shows a relationship between the opening 10 and

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the magnetic gap 56 in accordance with the sixth embodiment. Figure 11(a) shows an example wherein the width W of the opening 10 is selected to be narrower than the length GW of the magnetic pole leading section 55a (hereinafter referred to as a gap width). With this structure, the portion subjected to rise in temperature of the magnetic recording medium can be made narrower than the gap width GW . In the magnetic pole leading end section 55a, the magnetic field is generally expanded to the surrounding, and the recording width is restricted by the resulting leaked magnetic field, which makes it difficult to reduce the recording track width. In contrast, according to the structure of the present embodiment, by the laser beam as determined by the size of the opening 10, the recording width can be made narrower, thereby realizing a recording at still higher density.

....

[0044]

Figures 11(b) through 11(d) show modified examples of the opening 10 and the magnetic gap 56. Figure 11(b) shows the arrangement wherein the opening 10 is positioned in ahead of the magnetic gap 56 when recording. In this case also, the recording mark length is determined by the magnetic gap length GL , and the mark width is determined by the width W of the opening 10. Therefore, the gap width GW and the length of the opening 10 can be set larger than these respectively. With this structure, required processing precisions can be reduced. As a result, a relatively large opening 10 can be adopted, and the laser beam can be used efficiently, thereby permitting a low power laser beam to be adopted.

[0045]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

.....
【0046】
.....

【0047】

Figures 12(a) through 12(c) show a floating recording head in accordance with the seventh embodiment of the present invention. Figure 12(a) is a cross sectional view showing essential parts of the floating recording head, Figure 12(b) shows the rear end face of the floating recording head, and Figure 12(c) shows the bottom surface of the floating recording head. The floating recording head 1 in accordance with the seventh embodiment basically has the same structure as that of the sixth embodiment, and includes the semiconductor laser oscillating section 2 integrated on the rear side face 3a of the substrate 3, and further includes a thin film magnetic transducer 50 integrated in the semiconductor laser oscillating section 2 wherein the slider surface 6 is formed on its bottom surface. However, the floating magnetic head 1 in accordance with the present embodiment differs from the sixth embodiment in that the transducer 50 for the conventional magnetic head is adopted.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(3)

動させる移動手段とを備えたことを特徴とするダイアス
3 装。
【請求項2】 基板の上に半導体結晶を成長させて半導体
4 レーザを形成し、
5 少なくとも前記基板あるいは前記半導体レーザにスライ
6 ダー面を形成することを特徴とする浮上記録ヘッドの製
7 造方法。
【請求項3】 前記半導体レーザの形成は、前記基板と
8 とへき開して面発光型半導体レーザの出射面を形成する
9 とともに、前記基板に前記出射面と同一面上に位置する
10 前記スライダ一面の凸部を形成する構成の請求項2記載
11 の浮上記録ヘッドの製造方法。
【請求項4】 前記半導体レーザの形成は、前記基板上
12 に前記半導体結晶を成長させて面発光型半導体レーザを
13 形成するとともに、レーザ出射面の周辺部に成長した前
14 記半導体結晶を用いて前記スライダ一面の凸部を形成す
15 る構成の請求項2記載の浮上記録ヘッドの製造方法。
【請求項5】 基板上に半導体結晶を成長させて複数の
16 半導体レーザを形成し、
17 少なくとも前記基板あるいは前記半導体レーザにスライ
18 ダー面を形成し、
19 前記基板を切断して基板、前記半導体レーザおよび前記
20 スライダ一面からなる複数の浮上記録ヘッドを製造する
21 浮上記録ヘッドの製造方法。
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光記録媒、光磁気
記録媒、磁気記録媒等の記録媒体に対して情報の記録を
行う浮上記録ヘッド、ダイアス装置、および浮上記録ヘ
ッドの製造方法に関し、特に、量産性が高く、高精度か
つ小型に製作でき、これにより安価で高記録・高転送レ
ートが図れる浮上記録ヘッド、ダイアス装置、および
浮上記録ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の浮上記録ヘッドとして、例えば、
A. Pavlovににより発表された「Tech. D1
8, ISOM/ODS '99, ThC-1(1999) p. 3
52, 2」に示されるものがある。

【0003】 図16は、その浮上記録ヘッドを示す。こ
の浮上記録ヘッド11は、アルミニウム(A12O3)からな
り、スライダ一面100aが形成された浮上スライダ1
00の先端部100aに、端面発光型半導体レーザ20
0を接合して配置したものである。この端面発光型半
導体100は、発光長さ980nmのレーザ用共振
器を構成する高反射多層膜301および低反射多層膜
302を発光領域203の端面と先端面にそれぞれ形成
し、その低反射多層膜202の表面に、GaNの取
扱イオンビーム(Focused Ion Beam:FIB)を用いたエッ
チングにより微小開口204aが形成された金属遮光膜
204を配置したものである。このような構成におい

(3)

て、微小開口204aから放射される微小サイズのレー
4 ーザ光8を光ダイオード7の相変位型記録媒体7aに照射す
ることにより記録・再生を行う。再生時には、記録媒体
7aからの反射光を微小開口204aを通過して半導体レ
ーザ200のレーザ用共振器内に再入射させ、自己結合
効果、すなわち、再入射光による半導体レーザ200の
変調を電動的あるいは光学的に検出することにより情報
の再生を行う。微小開口204aによって微小化された
レーザ光8を記録・再生に用いることにより、高記録密
度化が図れる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来の浮上記
録ヘッドによると、浮上スライダ100と半導体レー
ザ200とを別々に製作した後、それらを貼り合わせて
いるため、両者の位置合せを高精度で行うことは難し
い。また、貼り合わせプロセスは量産性が低く、コスト
高を招くことになる。また、浮上スライダ100に形
成されたスライダ一面100bは、一定の浮上力を生
じさせるために、一定の面積を必要とすることから、小型
化に限界を生じている。

【0005】 従って、本発明の目的は、量産性が高く、
高精度かつ小型に製作でき、これにより安価で高記録・
高転送レート化が図れる浮上記録ヘッド、ダイアス装
置、および浮上記録ヘッドの製造方法を提供すること
にある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達
成するため、ダイアスの回転による空気流により浮上す
る浮上記録ヘッドにおいて、基板と、前記基板上に半導
体結晶を成長させて形成された半導体レーザと、少なく
とも前記基板あるいは前記半導体レーザの前記ダイアス
20 に対向する面に形成されたスライダ一面とを備えたこと
を特徴とする浮上記録ヘッドを提供する。上記構成によ
れば、基板と、半導体レーザと、スライダ一面は、一体
として形成されるので、浮上記録ヘッドを量産性が高
く、高精度かつ小型に製作することができ、基板に

は、シリコン、酸化シリコン、窒化シリコン、アルミナ、窒化
カリウム、窒化リチウム、窒化セリウム、MgO等の絶縁性
基板や、GaN、SiN、Si、GaAs等の導電性基
板を用いてもよい。半導体レーザには、端面発光型半導
体レーザや面発光型半導体レーザを用いてもよく、その
半導体結晶には、AlGaInP系のものを用いてもよ
い。半導体レーザは、基板の空気流の下流側の面（後端
面）、ダイアスに対向する面（下面）、ダイアスと反対
側の面（上面）に形成してもよい。

【0007】 本発明は、上記目的を達成するため、ダイ
スラの回転による空気流により浮上する浮上記録ヘッド
において、基板と、前記基板の前記空気流の下流側の面
上に半導体結晶を成長させて形成された半導体レーザ
と、少なくとも前記基板の前記ダイアスに対向する面に

(4)

5 形成されたスライダ一面と備えたことを特徴とする浮上
記録ヘッドを提供する。上記構成によれば、基板と、基
板の空気流の下流側の面（後端面）に形成された半導体
レーザと、スライダ一面は、一体として形成されるの
で、浮上記録ヘッドを量産性が高く、高精度かつ小型に
製作することができ、

【0008】 本発明は、上記目的を達成するため、ダイ
スラの回転による空気流により浮上する浮上記録ヘッド
において、基板と、前記基板の前記ダイアスに対向する
面上に半導体結晶を成長させて形成された面発光型半導
体レーザと、前記面発光型半導体レーザの前記ダイアス
に対向する面に形成されたスライダ一面とを備えたこと
を特徴とする浮上記録ヘッドを提供する。上記構成によ
れば、基板と、基板のダイアスに対向する面（下面）に
形成された半導体レーザと、スライダ一面は、一体とし
て形成されるので、浮上記録ヘッドを量産性が高く、高
精度かつ小型に製作することができ、

【0009】 本発明は、上記目的を達成するため、ダイ
スラの回転による空気流により浮上する浮上記録ヘッド
において、透光性を有する基板と、前記基板の前記ダイ
アスと対向する面に形成されたスライダ一面と、前記基
板の前記スライダ一面と反対側の面上に半導体結晶を成
長させて形成され、前記基板を介してレーザ光を出射す
る半導体レーザとを備えたことを特徴とする浮上記録ヘ
ッドを提供する。上記構成によれば、基板と、基板のダイ
アスと反対側の面（上面）に形成された半導体レーザ
と、スライダ一面は、一体として形成されるので、浮上
記録ヘッドを量産性が高く、高精度かつ小型に製作す
ることができ、

【0010】 本発明は、上記目的を達成するため、裏面
に記録媒体が形成されたダイアスと、前記ダイアスを回
転させる回転手段と、基板の上に半導体結晶を成長させて
形成された半導体レーザと少なくとも前記基板あるいは
前記半導体レーザの前記ダイアスに対向する面に形成さ
れたスライダ一面とを有する浮上記録ヘッドと、前記浮
上記録ヘッドを前記ダイアスに対して相対的に移動させ
る移動手段とを備えたことを特徴とするダイアス装置を
提供し、上記構成によれば、基板と、半導体レーザと、
スライダ一面は、一体として形成されるので、浮上
記録ヘッドを量産性が高く、高精度かつ小型に製作す
ることができ、これにより安価で高記録・高転送レート化
が図れる。記録媒体には、光記録媒、光磁気記録媒、磁
気記録媒等を用いてもよい。

【0011】 本発明は、上記目的を達成するため、基板
上に半導体結晶を成長させて半導体レーザを形成し、少
なくとも前記基板あるいは前記半導体レーザにスライダ
一面を形成することを特徴とする浮上記録ヘッドの製造
方法を提供する。上記構成によれば、基板と、半導体レ
ーザと、スライダ一面は、一体として形成されるので、
浮上記録ヘッドを量産性が高く、高精度かつ小型に製作

6 することができ、

【0012】 本発明は、上記目的を達成するため、基板
上に半導体結晶を成長させて複数の半導体レーザを形成
し、少なくとも前記基板あるいは前記半導体レーザにス
ライダ一面を形成し、前記基板を切断して基板、前記半
導体レーザおよび前記スライダ一面からなる複数の浮上
記録ヘッドを製造する浮上記録ヘッドの製造方法を提供
する。上記構成によれば、基板上に複数の半導体レーザ
とスライダ一面を形成した後、基板を切断して複数の浮
上記録ヘッドを製造することにより、量産性が向上す
る。

【0013】

【発明の実施の形態】 図1(a)、(b)は、本発明の
第1の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)
はその主要部を示す断面図、(b)は底面図である。こ
の第1の実施の形態の浮上記録ヘッド11は、サブトラ
イ（120g）等の半導体結晶の基板3と、この基板の空気
流の下流側の面、すなわち、後端面3aに半導体結晶
を成長させて形成された半導体レーザ発振部2と、半導
体レーザ発振部2の下流面4、および基板3の光ダイ
スラ7に対向する面（上面）に形成されたスライダ一面6
とから構成される。

【0014】 半導体レーザ発振部2は、ここでは端面発
光型レーザを用いており、光ダイスラ7の基板7b上の
記録媒体7aに垂直に配置された活性層21と、活性層
21の出力位置に、レーザ光8のサイスを微小化する開
口10を有するA層6からなる遮光体11と、陰極電極22
および陽極電極23とを有する。

【0015】 スライダ一面6は、先端の傾斜面6aと、
基板3の下面および半導体レーザ発振部2の外面4に
形成された凹部6bおよび凸部6cとから構成され、傾
斜面6aから成入った空気の流れを凸部6cおよび凹部
6bが走行し、それぞれ正圧と負圧を生じることにより
適当な浮上高での浮上走行を可能としている。

【0016】 図2は、半導体レーザ発振部2を示し、
(a)はその主要部を示す図、(b)はA-A線断面図
である。半導体レーザ発振部2は、図1に示すよ
うに、サブトライ（A120g）からなる基板3上に竹色
（波長400nm）発光のAlGaInP系半導体の積
層構造を有する。すなわち、基板3と、この基板3上に
GaNバッファ層24、n型AlGaInP層25
コンタクト層24、n型AlGaInP層25
a、n型ゲイト層25a、InGaInP層25b、p型
AlGaInP層25b、p型AlGaInP層25b、
25bおよびp型InGaInP層25bを規定す
る約5μm幅のストリット27aと、このストリット27a
が形成されたn型InGaInP層27aとに包囲さ
れたp型コンタクト層24bと、上記陰極電極22と、上
記陽極電極23と、結晶積層層（24a、25a、26

(5)

7
a, 21, 26b, 25b, 27, 24b)の側面に形成されたSiO₂などの誘電体からなる側面保護膜28と、出射面4側に形成された20〜30%の比較的低反射率を有する誘電体多層膜29aと、出射面4と反対側の後端面に形成され、誘電体多層膜29aとレーザ用共振器を構成する90%以上の高反射率を有する誘電体多層膜29bと、誘電体多層膜29aに埋め込まれた上記開口10を有する遮光体11と、開口10および遮光体11上に形成された反射防止膜を兼ねるSiO₂などからなる保護膜29cとを有する。

10
【0017】遮光体11は、Agなどの反射率の高い金属が適するが、それに限らず、Ti, W, Mo, Alなどの金属でもよく、また、Siなどの低ギャップの半導体も使用可能である。但し、Siなどの半導体を使用する場合には、膜厚を薄く(100nm以下)する必要がある。膜厚(図ましくは、1.02e⁻²cm⁻²以上)のn型不純物をドーピングし、n型キャリアを増やすことにより、吸収係数を増やすことが望ましい。開口10内は、屈折率の高いTiO₂膜で満たされるように加工すると、その部分でのレーザ波長が短くなり、レーザの放射効率を高めることができる。開口10を有するAgからなる遮光体11を誘電体多層膜29aに埋め込むように形成する。

20
【0018】開口10の形状は、図2(c)に示すように、活性層21方向に長く、その垂直方向に短い矩形形状を有する。両者の長さともレーザ光の波長より短く形成している。活性層21は、光ディस्क7のトラップ(図略)を横切る方向に形成されており、トラップ上にはレーザ光照射により形成される記録マーク(図略)の長さは、開口10の活性層21に垂直な方向の長さで決まる。従って、この方向の開口10の長さを短くすることにより、記録の充填密度を上げることができる。また、矩形状とすることにより、トラップに隣接なく配列マークを形成でき、再生時の反射光の変調度を大きく取ることができ。

30
【0019】次に、半導体レーザ発振部2の作製方法の一例を説明する。まず、サファイアからなるウェハが基板3の上に、GaNバッファ層(図略)を介してn型GaNコンタクト層24a、n型AlGaNコンタクト層25a、n型ガイド層26a、InGaN活性層21、p型AlGaNガイド層26b、p型AlGaNクラッド層25b、p型InGaN電流抑制層27を順層し、n型InGaN電流抑制層27に電流領域を規定する約5μm幅のスリット27aをエッチングにより形成した後、さらに、p型コンタクト層24bを積層する。結晶成長後に、p型コンタクト層24bを積層する。結晶成長後に、エッチングにより電流コンタクト面22aを露出し、熱電極22と熱電極23を通常のスパッタリングとパターニングおよびアノライズなどのプロセスによる。

(6)

9
GaNなどに比べて表れたいため、TiO₂やSiN、SiO₂などの薄膜によりスライダ一面6を形成するとよい。

10
【0022】図4(a)〜(d)は、半導体レーザ発振部2の變形例を示す。同図(a)に示す半導体レーザ発振部2は、出射面4付近の駆動電極を左右の駆動電極23a, 23bに分割し、両者に電流を分割して印加するようにしたものである。これにより、出力レーザ光8を左右に高速に走査することができるので、この出力光8の走査を用いて高速のトラッキングを行うことが可能となる。

20
【0023】同図(b)に示す半導体レーザ発振部2は、半導体結晶のへき断面をエッチングして除去し、その除去した部分にSiNからなる絶縁膜29dを介してAgからなる開口10を有する遮光体11を被覆し、開口10内を活性層21およびクラッド層を形成する半導体であるInGaNおよびAlGaNからなる共振器21bにより満たしたものである。これにより、開口10内でのレーザ光の波長はさらに短くなり、出射効率を上げることができ。

30
【0024】同図(c), (d)に示す半導体レーザ発振部2は、開口10内に微小金属体11bを配したものである。微小金属体11bのサイズは、開口10の1/3程度ないそれ以下とし、微小金属体11bと11cとして、Agなどの反射率の高い金属が適するが、それに限らず、Ti, W, Mo, Alなどの金属でもよく、また、Siなどの半導体も使用可能であり、反射防止膜を兼ねた保護膜29cで覆うことにより、酸化しにくい金属でも使用可能となる。Siなどの半導体を使用する場合は、遮光体11に使用する場合と同様に、高濃度のn型ドーピングを行い、キャリア濃度を増大させることが望ましい。これによりプラズモン共振がし、光損失の種を増やすことが可能となる。このように形成することにより、開口10はレーザ光に対してカットオフ作用を有しなくなり、効率的にレーザ光を放射することが可能となる。また、微小金属体11bにより、レーザ光が散乱され、微小金属体11b内で励起されたプラズモンがさらに近接場光を発生するなどの効果が加わり、さらに強力な照射光が形成される。

40
【0025】図5(a), (b)は、本発明の第2の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は半導体レーザ発振部2の断面図である。この第2の実施の形態の浮上記録ヘッド1は、基板3としてn型の導電性を有するGaN結晶を使用し、この基板3の半導体レーザ発振部2と反対側の面、すなわち先端面3bに熱電極22bを形成したものであり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。

50
【0026】このように構成された浮上記録ヘッド1は、同図(b)に示すように、n型GaN基板3の後端

(6)

10
面3a上に、n型GaNバッファ層24cを介して、n型AlGaNクラッド層25a以下p型GaNコンタクト層24bまでを第1の実施の形態と同様に成長させ、熱電極23, 22bを形成した後、へき断面の突出部の形態と同様にスライダ一面(図略)を形成する。【0027】以上説明したように、第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果が得られると、半導体レーザ発振部2のスライダ一面からの突出部がなくなるため、より浮上高を確保し易いという利点を有する。図2(b)に示した熱電極コンタクト面22a用のエッチングを不要にでき、構造を簡素化できる。スライダ一面6および開口10の形成は、第1の実施の形態と同様であり、第1の実施の形態と同様の効果が得られる。

20
【0028】図6(a), (b)は、本発明の第3の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)はその底面図である。この第3の実施の形態の浮上記録ヘッド1は、サファイアからなる基板3と、この基板3の上面3cに結晶成長させて形成された半導体レーザ発振部2と、半導体レーザ発振部2の上面6、および基板3の下面に形成されたスライダ一面6とから構成される。

30
【0029】この半導体レーザ発振部2は、光ディस्क7の活性層21に対して平行な活性層21と、活性層21の一方の端部を45度の角度で傾斜した後に形成され、レーザ光を90度曲げる反射保護膜29eと、反射保護膜29eで反射されたレーザ光2aの先端に形成された開口10を有する反射遮光体11と、基板3の先端面3bに形成され、反射遮光体11との間で反射保護膜29eを介してレーザ用共振器を構成する高反射率の誘電体多層膜29bとを備える。

40
【0030】このような第3の実施の形態によれば、スライダ一面6は、基板3の半導体レーザ発振部2に対して裏面に形成され、へき断面を使用しないため、半導体レーザ発振部2の結晶成長後にウェハ単位でスライダ一面6および遮光体11を形成できるため、加工プロセスを簡素化でき、また信頼性を上げることができる。また、ウェハ単位で加工できるため、フォトリソグラフィプロセスを用いて加工でき、高精度化、低価格化が可能となる。また、この加工は、結晶成長後に行うことも可能であり、それにより結晶成長後の加工プロセスを減らせるため、さらに信頼性を向上させることができる。なお、本実施の形態においても、GaNやSiNなどの導電性基板を使用することができ、その場合には、熱電極は、スライダ一面6の凹部6d内に形成する。

50
【0031】図7は、本発明の第4の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は(a)のA-A線断面図、(c)は(b)のB-B線断面図、(d)は半導体レーザ発振部2の上面図を示す断面図である。この第4の実施の形態の浮上記録

(7)

11

層ヘッド1は、第2の実施形態と同様に、基板3として型の導電性有するGaNを使用しており、その基板3の上にAlGaIn系の結晶を使用して同図(b)、(c)に示すようにリソグレイザを構成している。

【0032】このリソグレイザは、コンタクト層、クラッド層、ガイド層などは第1の実施形態と同様であり、リソグレイザを構成するため、基板領域21a、従って電圧制御層27を同図(b)に示すような変形に形成している。この変形領域21aに合せて誘電層23b、23bも変形に形成している点と、出射面4およびその反対側の面に半導体結晶の保護膜を兼ねた結晶多層膜29a、29bを形成した点が第2の実施形態と異なり、他は第2の実施形態と同様に構成されている。

【0033】このような第4の実施形態によれば、GaN系半導体の屈折率は2.5以上なので、全反射の臨界角は、23.5度以下となる。また、同図(b)に示すような結晶界面において斜めに反射するように基板領域21aを形成すると、各界面への平均入射角は45度となり、全ての面において全反射の条件を満たすことができ、光損失の少ないレーザ用共振器が形成できる。

また、リソグレイザの出射面4に、開口10を有する遮光体11を設けることにより、この部分においてレーザ光のレーザ光の波面が壊され、広光束として外部に放射されるか、近接光束として開口10付近に集み出すので、第2の実施形態と同様に、集み出した光8に配線線7aを設けることにより記録が可能となる。また、開口10の形状は、第1の実施形態で示した形状の全てが使用可能であり、同様の効果が得られる。また、出力面において開口以外では全反射されるので遮光体11は必ずしも必要ではなく、微小金属体11aのみにより、内部のレーザ光を収束させることができ、その散乱光を使用して記録を行うことも可能である。さらに、リソグレイザでは、レーザ光は同一光路を往復せず別の光路を通るため、変効共役長は遮光体レーザの2倍以上となり、従って、レーザの長さを半分以上、例えば、150μm以下に縮めることができる。遮光ヘッドの高さはエムトスライダースでは、200μm程度を目指しておき、光記録用のヘッドでもそのようなサイズが求められており、本実施形態はそれを満たす。

【0034】図8(a)、(b)は、本発明の第5の実施形態の浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は底面図、(c)は半導体レーザ発振部2の断面図である。この第5の実施形態の半導体レーザ発振部2は、基板3に対して垂直方向に共振する面型垂直レーザが使用されており、その出射面4を光ダイオード7の記録媒体7aに近づけるために、出射面4周囲にスライダース面が設けられている。半導体レーザ発振部2以外のスライダース面6の構造は、同図(b)に

12

示す通り第1および第2の実施形態と同様であり、同様の効果が得られる。

【0035】半導体レーザ発振部2は、同図(c)に示すように、サブテーパーからなる基板3の下層3d上に、青色(波長400nm)発光のAlGaIn系系半導体の積層構造を有する。すなわち、基板3と、この基板3の下層3d上にGaNバンプ7a(図8c)を介して積層されたn型GaNコンタクト層41a、n型GaN/AIGaN多層反折層42a、n型GaNベーク層43a、InGaIn活性層44、p型GaNベーク層43b、p型InGaIn電圧制御層45、p型GaN/AIGaN多層反折層42b、p型GaNコンタクト層41bと、P1/Ti/Auからなり、遮光体を兼ねてコンタクト層41bに埋め込むように設けられた開口10を有する絶縁層23と、絶縁層23を保護するSiN保護膜46と、p型GaNコンタクト層41b上に形成されたGaN成長膜からなるスライダース面47と、エッチングにより形成された偏電極のコンタクト面22aと、コンタクト面22aの表面に形成された絶縁層22とを有する。このスライダース面47およびSiN保護膜46の表面がエッチング面を構成する表面6cとなる。

【0036】このような第5の実施形態によれば、半導体レーザ発振部2の出射部の開口10は、スライダース面6とはほぼ同一平面上に形成することができ、第1の実施形態と同様に記録媒体7aに集められた記録23の外周に別形成してもよい。それにより、遮光体の材料を適当に選択でき、また、一層の金属で形成できるため、開口10の加工精度を上げることができ、また、多層反折層42bと遮光体11の間に位置する図(図示せず)を設けることにより、多層反折層42bでの反射光と遮光体11での反射光の位相を合わせることで、両者の合成の反射率を上げてもよい。また、スライダース面46は、絶縁層23形成後に、保護膜45と合わせてSiN膜により形成してもよい。材質としてはSiNに限らず、SiO₂、TiO₂などの誘電体膜でもよい。

【0037】図9(a)、(b)、(c)は、第5の実施形態の変形例を示す。開口10の形状は、同図(a)、(b)に示すように、矩形状、内部に微小金属体11bを有する同軸型等、第1の実施形態と同様の形状を使用する。第1の実施形態と同様の効果が得られる。また、基板3は、導電性有するGaNを用いてもよい。導電性基板3を用いることにより、誘電層22は、同図(c)に示すように、基板3の表面に形成でき、コンタクト形成のためのエッチングが不要となり、プロセスを簡素化できる。

【0038】図10(a)～(d)は、本発明の第6の実施形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は後端面図、(c)は

13

(b)のA-A線断面図、(d)は底面図である。この第6の実施形態の浮上記録ヘッドは、同図(a)に示すように、第5の実施形態と同様に、導電性のGaNからなる基板3の後端面3a上に、開口10を有する遮光体11を備えた半導体レーザ発振部2を積層し、さらに半導体レーザ発振部2に導電性GaNトランスデューサ50を設けるとともに、底面にスライダース面6を形成し、これによりレーザ光と磁気ギヤツフを近接させて光ダイオード7の記録媒体7a上を走行可能とし、磁気記録媒体と光磁気記録への光アジャスト磁気記録を可能としたものである。

【0039】導電性GaNトランスデューサ50は、磁気回路とコイル部とからなる。磁気回路は、パーマロイ等の軟磁体からなる磁気コア51、ヨーク53、ヨーク53に接続されたヨーク延長部53a、および磁気ギヤツフ56を形成する一対の磁極55から構成される。コイル部は、Cの溝部から形成され、磁気コア51に円筒状に巻回された磁気コイル52、および磁気コイル52からそれぞれ延びる先端にそれぞれ設けられたベンド54から構成され、半導体レーザ発振部2の上面に配置される。ヨーク延長部53a、磁極55および磁気ギヤツフ56は、半導体レーザ2の出射面4に形成されている。

【0040】図11(a)は、この第6の実施形態の開口10に磁気ギヤツフ56の断面を示す。同図(a)は、開口10の溝Wを磁極先端部55aの長さ(以下「ギヤツフ幅」という。)GWよりも狭くした例であり、これにより、磁気記録媒体の昇降部をギヤツフ幅GWよりも狭くできる。磁極先端部55aでは、通常周知のように磁気が広がり、その流れ磁路により、記録媒体7aに、記録トラッキング幅を狭くすることが難いのが、この例によれば、開口10のサイズで決まるレーザ光により、記録媒体7aが揃えられるため、より高密度の記録が可能となる。

【0041】この導電性GaNトランスデューサ50の作製方法の一例を説明する。導電性GaNトランスデューサ50の磁気コア51、磁気コイル52およびヨーク53は、導電性プロセスを用いて作製する。すなわち、まず、半導体レーザの電圧制御層23をSiO₂膜57aで平坦化処理め込みした後、下部コイル52aをスパッタリングとパターニングにより形成し、さらに上部コイル52bとパーマロイからなる磁気コア51およびヨーク53をスパッタリング、パターニングおよびSiO₂膜57b、57cを用いた平坦化処理め込みを繰り返して完成する。出射面側のヨーク延長部53bと磁極にはやはりパーマロイを使用し、誘電体多層膜29aに埋め込むように形成する。さらにその周辺部を遮光体11で覆い、磁気ギヤツフ56、および開口10を有する遮光体11を用いてレーザ光出射用の矩形形状の装飾開口を形成する。

【0042】次に、この第6の実施形態の動作を説明

(8)

14

する。光ダイオード7上の磁気記録媒体7aの記録ギヤツフ形成時にレーザ光8を照射して磁気記録媒体7aの保護膜を昇温により下げ、そこに変調磁界により記録を行う。所望のアジャスト磁気記録を行う。信号出力は、この記録に用いた導電性GaNトランスデューサ50を使用して行う。すなわち、磁気記録媒体7aからの導電性上を磁気ギヤツフ56が通過する時の磁極55に侵入する磁束の変化をコイル52により電流に変換することにより行う。

【0043】この第6の実施形態によれば、特に、補償温度が室温付近するように調整したTbFeCoなどのフエロ磁性体での動作に有効である。すなわち、このような媒体では、室温での磁化が弱く、温度変化が小さいため、加熱によって磁化を増大させる必要があるが、本実施形態では、レーザ光照射により磁気ギヤツフ56の記録媒体の昇降部の昇降が可能であり、それによって信号強度を、倍以上増大することが可能となる。また、導電性GaNトランスデューサ50のサイズは所定半導体レーザのサイズに等しく、非常に小さな浮上記録ヘッドが提供できる。また、開口10と磁気ギヤツフ56両者の重ね合わせにより、記録10と磁気ギヤツフ56それぞれ単独で行うよりも微小な記録ギヤツフが形成でき、高密度化が可能となる。また、開口10と磁気ギヤツフ56両者の重ね合わせにより、垂直方向の磁界が存在する部分のみを記録できるため、垂直磁気体の記録に適した光磁気ヘッドが形成できる。また、再生時にはレーザ光を記録ギヤツフに照射でき、このため垂直において磁化が弱く、昇温によって磁化が弱まるTbFeCoなどの膜を使用し、昇温により再生密度を増大させることも可能である。また、光プロセス(磁気記録可能な浮上記録ヘッド、従来の半導体レーザ作製プロセス)および磁気ヘッド作製プロセスを組み合わせたもので作製でき、安価かつ生産性の高い浮上記録ヘッドが提供できる。

【0044】図11(b)～(d)は、開口10と磁気ギヤツフ56の断面例を示す。図11(b)は、記録する際に、開口10を磁気ギヤツフ56に押し付け先行する位置に配置したものである。この場合は記録ギヤツフ長は磁気ギヤツフ長Gで決まり、ギヤツフ幅GWおよび開口10の幅Wで決まるため、ギヤツフ幅GWおよび開口10の長さとはそれらよりも長くてもよい。このため、それぞれの加工精度が緩やかになる。また、比較的大きな開口10が使用できるため、レーザ光の利用効率が良く、低パワーのレーザが使用できる。

【0045】図11(c)は、開口10の中に開口10よりも小さな微小金属体11bを形成した例である。このように開口10を微小金属体11bに押し同軸上に形成することにより、開口10のサイズがレーザの波長の1/10と微小な場合でも広光束を放出でき、レーザ光の強度を増すことができる。また、中心の微小金属体1

(9)

15

1 b)により、近接場光を散乱したり、微小金属体11 bにおいて励起されるプラズモン光から放射される近接場光を記録媒体の非道に利用することができ、さらに高強度のレーザ光を使用することが可能となる。

【0046】図11 (d)は、対の磁気先端部5 a, 5 bの一方の近傍に開口10を設け、その磁気先端部5 a付近の磁気記録媒体の光加減幅返し、他方の磁気先端部5 b周辺の温度上昇をできるだけ抑えるものである。磁気ギャップ5 b下のギャップ面直方向(紙面に垂直方向)の磁界は、それぞれの磁気先端部5 aにおいて最大となり、それぞれの磁気先端部5 aでの境界方向は互いに反対方向となる。従って、この構成により、その境界の一方の方向の磁界の一部分のみを加熱することができ、微小領域の光アンスト磁気記録が可能となり、さらに高密度化ができる。この構成では、磁界が記録媒体に対して垂直部分のみを使用するたため、実質的に垂直方向の磁界が形成され、特に垂直磁気記録媒体の記録に適し、垂直磁気記録において微小領域の記録を可能とする。

【0047】図12 (a), (b), (c)は、本発明の第7の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は後面図、(c)は底面図である。この第7の実施の形態の浮上記録ヘッド1は、第6の実施の形態と同様に、基板3の後端部3 aに半導体レーザ発振部2を備え、この半導体レーザ発振部2に薄層磁気トランスデュサ50を備え、スライダ面6を有するが、薄層磁気トランスデュサとして、従来の磁気ヘッドに使用されている型のトランスデュサ50を使用した点が、第6の実施の形態と異なる。

【0048】この薄層磁気トランスデュサ50は、同図(a)、(b)に示すように、磁気コイル52を磁気コア51 aに対して円盤状に巻回され、磁気先端部5 c間に磁気ギャップ5 b cが形成されている。

【0049】このような第7の実施の形態によれば、薄層磁気トランスデュサ50の磁気ギャップは、同図(a)に示すように、端面側に形成されるため、同図(c)から分かるように、レーザ光の出射位置である開口10と同一場所には形成できず、2 μm近く離れることになるが、レーザ光8が磁気ギャップ5 b cに先行し、かつ距離が近い間、レーザ照射により加熱した後、あまり加熱しない間に記録することができ、この構造の浮上記録ヘッドを用いても、光アンスト磁気記録を行うことが可能となり、第6の実施の形態と同様の効果を得ることができる。また、本実施の形態では、従来の磁気ヘッドと同様の構造の薄層磁気トランスデュサ50を使用しているため、確立したプロセス技術を用いて浮上記録ヘッドが作製でき、安価で信頼性の高い浮上記録ヘッドが提供できる。

【0050】図13 (a), (b)は、本発明の第8の

(9)

16

実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は底面図である。この第8の実施の形態の浮上記録ヘッド1は、同図(a)に示すように、第6の実施の形態の浮上記録ヘッド1の薄層磁気トランスデュサ50の上に、さらにGMRセンサが構成される磁気センサ60を備え、これにより磁気記録媒体や光磁気記録媒体の光アンスト磁気記録を行うと共に、磁気センサ60による信号再生を可能としたものである。

【0051】磁気センサ60は、絶縁層62を介して2枚の軟磁性膜からなる磁気絶縁層63に挟まれたピンバンプ層64と電極64から構成され、記録媒体から入射する磁界の変化によるスピントラルバンプ層64の抵抗の変化を抽出して信号再生を行う。この磁気センサ60を形成した点のみ、第6の実施の形態と異なり、他は第6の実施の形態と同様であり、同様の効果が得られる。また、本実施の形態では、半導体レーザ発振部2の発熱の影響が磁気センサ80Uに及ぼすのを避けるため、薄層磁気トランスデュサ50の上に磁気センサ60を形成しており、従来の磁気ヘッドとは反転した構造を取っている。なお、薄層磁気トランスデュサ50としては、第6の実施の形態と同様のものを使用可能である。また、第7の実施の形態と同様のものも使用可能であり、同様の効果を得ることができる。また、半導体レーザ発振部2としても、第1～第3の実施の形態に示した型のものでも使用可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0052】図14 (a), (b)は、本発明の第9の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は底面図である。この第9の実施の形態の浮上記録ヘッド1は、同図(a)に示すように、第2の実施の形態の浮上記録ヘッドの半導体レーザ発振部2の上には、ボリイミドの熱絶縁層58を介して、GMRセンサ60、薄層磁気トランスデュサ50の順に積層されており、第8の実施の形態はGMRセンサ60と薄層磁気トランスデュサ50が絶縁層58が逆になっている点以外は、第8の実施の形態と同様である。これにより、GMRセンサ60と薄層磁気トランスデュサ50の形成順序が、従来の磁気ヘッドと同様であるため、信頼性の高い、確立した作製プロセスがそのまま使用でき、安価で信頼性の高い浮上記録ヘッドが提供できる。

【0053】図15は、本発明の第10の実施の形態のディスク装置を示す。この第10の実施の形態のディスク装置70は、GeSbTeからなる相変性媒体を記録媒体71 aに用いた光ディスク71と、光ディスク71を回転するモーター72と、第1の実施の形態の浮上記録ヘッド1を搭載して光ディスク71の記録媒体71 a上を走行するスライダアーム73と、スライダアーム7

(10)

17

3を走行するリニアモーター74と、浮上記録ヘッド1に記録媒体を運ぶとともに、浮上記録ヘッド1からの再生信号を処理する信号処理回路75と、モーター72およびリニアモーター74を制御する制御回路76とから構成されている。

【0054】次に、このディスク装置70の動作を説明する。記録時には、信号処理回路75は、記録信号を浮上記録ヘッド1に出力して半導体レーザ発振部2から出射されるレーザ光8の変調を行う。変調されたレーザ光8は、記録媒体71 aの記録トラック(図示せず)上に照射され、熱的な記録が行われる。再生時には、所謂半導体レーザの自己結合効果を用いて信号再生を行う。すなわち、半導体レーザ発振部2から比較的高い連続レーザ光8を出射し、記録された記録トラック(図示せず)上に逆伝播に照射する。相変性媒体を用いた記録媒体71 aの場合、反射率の変化によって記録しており、その記録に基づいて、照射光8の反射強度が変調される。その変調された反射光を半導体レーザ発振部2の開口を通り、半導体レーザ発振部2内に再入射させ、それによる半導体レーザ発振部2のインピーダンス変化を抽出して信号再生を行う。

【0055】記録・再生時のトラックキングは、所謂サンブルカーブ方式を用いて行う。すなわち、光ディスク71上にトラックに対して左右に強度をずらしたトラックキング用の干渉マーク列を形成しておき、その干渉マーク列上にレーザ光8が通過した際の反射光の強度を、半導体レーザ発振部2の自己結合効果を用いて検出し、制御回路76によって光スポットの位置調整信号を形成してトラックキングを行う。

【0056】このような第10の実施の形態のディスク装置70によれば、磁気ヘッドと同程度の小さな浮上記録ヘッドを用いて、光ディスク71の記録再生を行うことが可能となり、レーザ光のサイズは開口10により微小化されており、それによって微小な記録マークが形成できるため、高速・高密度の光記録が可能となる。また、従来の半導体レーザプロセスと磁気ヘッドのみを用いて浮上記録ヘッドが作製可能となるため、安価で、信頼性の高いディスク装置が提供できる。また、微小開口からのレーザ光を用いて、光記録でない光アンスト磁気記録を行うため、微小な記録マークが形成でき、高密度・高転送レートの記録・再生が可能となる。また、磁気ヘッドディスク装置で用いているのと同程度の小型の浮上記録ヘッドを使用するため、上記の高密度記録媒体と合わせて、高信頼密度のディスク装置の提供が可能となる。また、小型の浮上記録ヘッドが作製可能のため、高速のトラックキングが可能となる。

【0057】なお、本実施の形態のディスク装置70では、浮上記録ヘッド1として第1の実施の形態の浮上記録ヘッドを使用したが、これに限るものではなく、他の実施の形態の浮上記録ヘッドを使用できることは言うま

(10)

18

でもなく、本実施の形態と同様の効果を上げることができ、また、本実施の形態のディスク装置70では、GeSbTeからなる相変性媒体を記録媒体71 aに用いた光ディスク71を使用したが、これに限るものではなく、第6～第9の実施の形態の浮上記録ヘッドを使用することにより、光ディスク用の記録媒体としてTeFeCoなどからなる光磁気ディスク用媒体で、GeO₂TeFeCoなどからなる磁気記録媒体を使用でき、信頼性の高い再生を行うことが可能となる。本実施の形態では、記録再生に際しては、光加熱を使用できるため、上記の磁気・光磁気記録媒体をキュリー温度近くまで加熱でき、保磁力を下げたところで記録できるので、常温で保磁力の高い記録媒体も使用でき、記録の安定性を増すことができる。また、第6～第9の実施の形態の浮上記録ヘッドを使用した場合には、トラックキング調整信号の形成は、レーザ光だけでなく、薄層磁気トランスデュサ50の加熱センサ60を用いて磁気的に行うことも可能である。第6および第7の実施の形態の浮上記録ヘッドを用いた場合には、薄層磁気トランスデュサ50を用いて再生を行うため、光加熱により磁化の強度が増大するフェリ磁性のTeFeCoが記録媒体に適しており、光加熱を用いて再生を行うことにより、大幅に再生信号の強度を増大させることができる。第8および第9の実施の形態の浮上記録ヘッドを使用した場合には、熱的に強いGMRセンサなどの磁気センサを使用するが、記録に際しては、L P-MFM (Laser-Pulsed Magnetic Field Modulation) 法、すなわち、信頼性が高いフェリ磁性の記録媒体を調整し、それと同期してレーザ光8をパルス的に照射する方法が熱負荷が少なくなる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、基板と、半導体レーザと、スライダ面は、一体として形成されるので、浮上記録ヘッドを高密度化が強く、高信頼度かつ小型に製作することができ、これにより安価で高記録・高転送レート化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は底面図である。

【図2】第1の実施の形態に係る半導体レーザ発振部を示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は(A-A)断面図、(c)は出射面から見た図である。

【図3】(a)、(b)は第1の実施の形態に係る浮上記録ヘッドの作製方法を示す図である。

【図4】(a)～(d)は第1の実施の形態に係る浮上記録ヘッドの変形例を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る浮上記録ヘッドを示し、(a)はその主要部を示す断面図、(b)は半導体レーザ発振部の断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る浮上記録ヘッド

7b 基板
8 出射レーザー光
10 開口

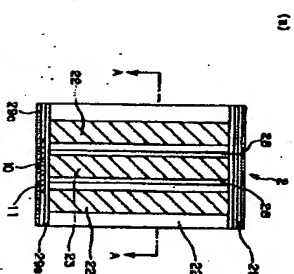
20

- 75 信号处理回路
- 76 制御回路
- 100 浮上スライダー

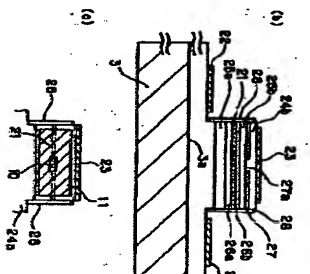
22

【図2】

202 低反射多層膜
203 堯辰領域
204 金屬遮光膜
204 a 微小開口

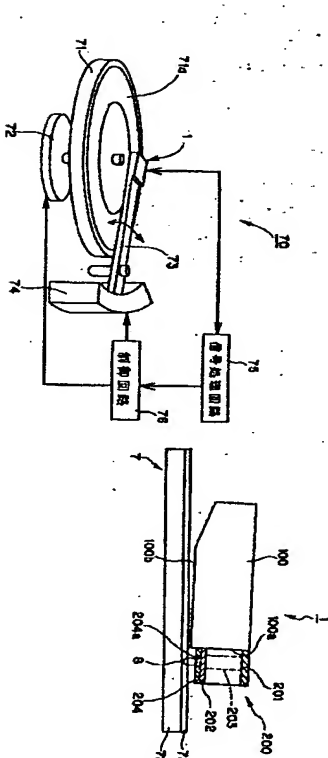


【図2】



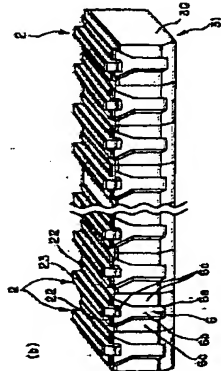
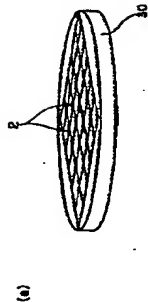
【例 15】

【图 16】

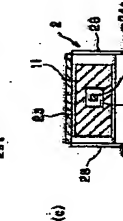
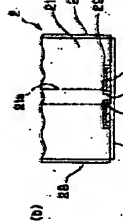
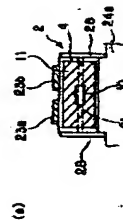


(13)

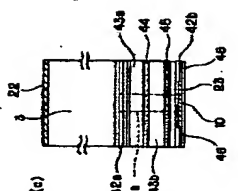
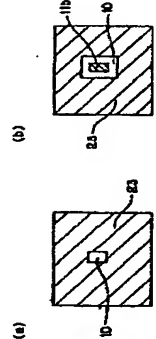
【図3】



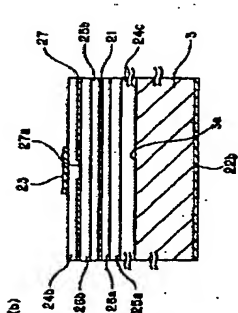
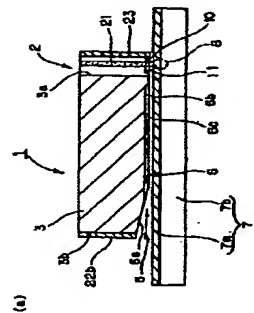
【図4】



【図9】

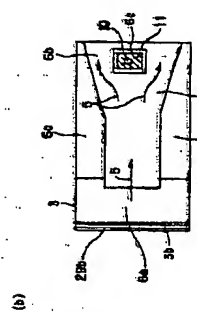
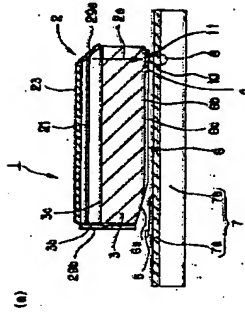


【図5】

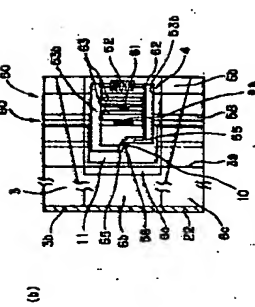
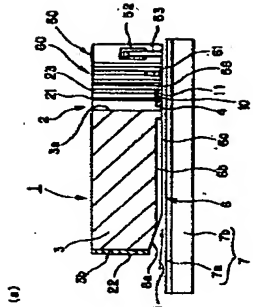


(14)

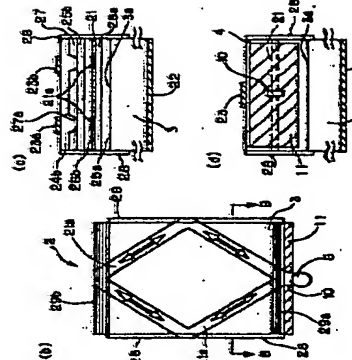
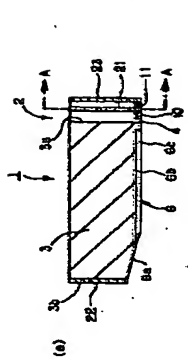
【図6】



【図14】

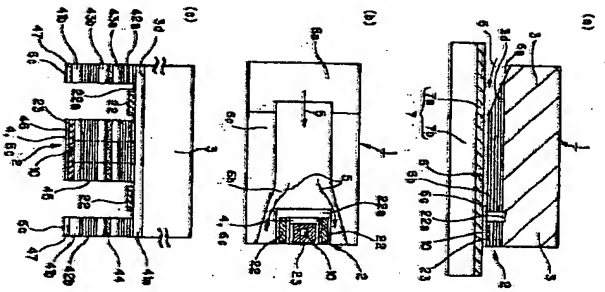


【図7】

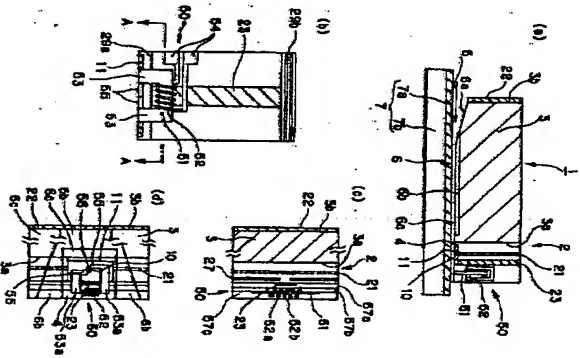


(15)

【図8】

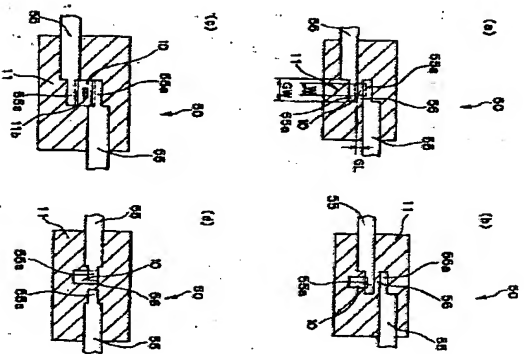


【図10】

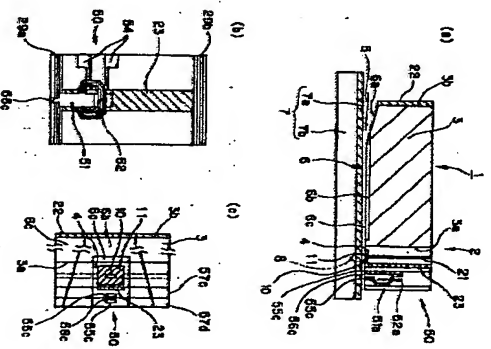


(15)

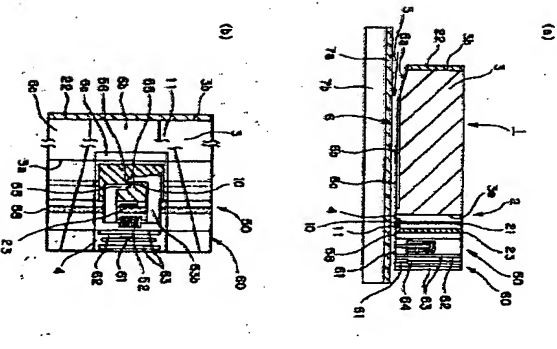
【図11】



【図12】



【図13】



(17)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7		識別記号	F I		ターコード (参考)	
G 1 1 B	7/22		G 1 1 B	7/22		
	11/10	5 0 2		11/10	5 0 2 Z	
	11/105	5 6 6		11/105	5 6 6 A 5 6 6 Z	
Fターム(参考) 5D033 AA05 BA21 BB14						
5D042 MA02 PA01 PA05 PA09 QA01						
QA05						
5D075 MA03 CD06 CF03						
5D091 MA08 CC17 DD03						
5D119 MA10 MA38 MA40 BA01 CA10						
FA05 FA17 FA21 MA06 MA00						
NA04						

THIS PAGE BLANK (USPTO)